

## PCT

### NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner  
US Department of Commerce  
United States Patent and Trademark  
Office, PCT  
2011 South Clark Place Room  
CP2/5C24  
Arlington, VA 22202  
ETATS-UNIS D'AMERIQUE  
  
in its capacity as elected Office

Date of mailing: <div style="text-align: center;">22 February 2001 (22.02.01)</div>	
International application No.: <div style="text-align: center;">PCT/DE00/02669</div>	Applicant's or agent's file reference: <div style="text-align: center;">R. 36317 Hr/Sche</div>
International filing date: <div style="text-align: center;">10 August 2000 (10.08.00)</div>	Priority date: <div style="text-align: center;">13 August 1999 (13.08.99)</div>
Applicant: <div style="text-align: center;">EISELE, Ulrich</div>	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International preliminary Examining Authority on:  

28 December 2000 (28.12.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:  

\_\_\_\_\_

2. The election ☒ was

☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

<p style="text-align: center;">The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland</p> <p>Facsimile No.: (41-22) 740.14.35</p>	Authorized officer:  <div style="text-align: center;">J. Zahra</div> Telephone No.: (41-22) 338.83.38
--	---

5

Verfahren zur Herstellung von Piezoaktoren mit einem  
Mehrschichtaufbau von Piezolagen

10

Stand der Technik

15

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Piezoaktoren mit einem Mehrschichtaufbau von Piezolagen, beispielsweise für einen Piezoaktor zur Betätigung eines mechanischen Bauteils wie ein Ventil oder dergleichen, nach den gattungsgemäßen Merkmalen des Hauptanspruchs und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

20

25

Es ist allgemein bekannt, Piezoaktoren mit Piezoelementen zur Ausnutzung des sogenannten Piezoeffekts herzustellen, die aus einem Material mit einer geeigneten Kristallstruktur aufgebaut werden. Der Aufbau dieses Piezoaktors erfolgt hier in mehreren Schichten (Mehrschicht-bzw. Multilayer-Piezoaktoren), wobei die Elektroden, über die die elektrische Spannung aufgebracht wird, jeweils zwischen den Schichten angeordnet werden. Diese piezoelektrischen Mehrschichtaktoren werden in herkömmlicher Weise durch Foliengießen, Aufdrucken der

Elektroden und Laminieren hergestellt. Das Bedrucken, das Zwischentrocknen und das Laminieren sind hier sog. Batch-Prozesse. Die Piezoaktoren haben einige 100 Laminatschichten, wobei die Kontaktierung durch zwei an den  
5      Seiten angebrachte Elektroden erfolgt. Die Innenelektroden müssen im Wechsel im Inneren des Aktors enden, da sonst ein Kurzschluss zum jeweiligen Gegenpol entstünde. An diesen Enden entstehen im Betrieb mechanische Spannungen, die zu einer schädlichen Rissbildung  
10      führen können und das Wachsen dieser Risse begrenzt im Betrieb letztlich die Lebensdauer des Piezoaktors.

Bei Anlage einer äußeren elektrischen Spannung an die Innenelektroden erfolgt eine mechanische Reaktion des Piezoelements, die in Abhängigkeit von der Kristallstruktur und der Richtung der elektrischen Spannung einen Druck oder Zug in eine vorgebbare Richtung darstellt. Durch eine elektrische Aufladung der Piezokeramikstapel dehnen sich diese aus oder ziehen sich zusammen. Der damit verbundene Hub der Piezokeramikstapel  
15      kann zum Schalten eines Ventils eingesetzt werden, beispielsweise zur Steuerung der Kraftstoffzumessung in einem Verbrennungsmotor.

#### Vorteile der Erfindung

25      Ein Verfahren zur Herstellung eines Piezoaktors mit einem Mehrschichtaufbau von Lagen aus einer Piezofolie und mit dazwischen angeordneten Innenelektroden wird in vorteilhafter Weise dadurch weitergebildet, dass die einzelnen Lagen der Piezofolie aus zwei durchgehenden  
30      Strängen, z.B. mit einem trapezförmigen Querschnitt, gebildet werden, wobei die beiden Stränge unter Einschluss der dazwischen liegenden Innenelektrode in Form

einer Doppelhelix zur Bildung eines hohlzylindrischen Stapels übereinander gewickelt werden.

5 Mit der Erfindung kann auf einfache Weise ein Doppelhelix-Piezoaktor gebildet, bei dem aufgrund des vorteilhaften Aufbaus die eingangs beschriebene Ausfallgefahr durch eine Rissbildung stark vermindert ist. Es liegen hier zwei gegeneinander isolierte Dielektrikum-Elektrode-Paare als Doppelhelix vor. Der Piezoaktor hat die Form eines Hohlzylinders und die beiden Innenelektroden haben nur ein Ende an einer Stirnseite des Piezoaktors, wo die Außenkontaktierung erfolgt. Durch das kontinuierliche Fertigungsverfahren werden die eingangs erwähnten Batch-Prozesse und die Nachteile bei dem Betrieb des so hergestellten Piezoaktors vermieden.

10 Bei einer bevorzugten Ausführungsform sind die beiden Stränge derart über Umlenkrollen geführt, dass die Auflagen der beiden Stränge auf dem bereits gewickelten Stapel um einen vorgegebenen Winkelbetrag gegeneinander versetzt sind. Der vorgegebenen Winkelbetrag kann hier  
20 ca.  $150^\circ$  betragen.

Die Innenelektroden können auf einfache Weise dadurch zwischen die gewickelten Lagen gebracht werden, dass die beiden Stränge während der Führung über die Umlenkrollen mittels einer weiteren Rolle mit einer Elektrodenpaste versehen werden. Weiterhin können die beiden Stränge im Bereich der Auflage auf dem bereits gewickelten Stapel mit jeweils einer Anpressrolle auf den Stapel gedrückt werden.

25 Die beiden Stränge werden gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens jeweils mittels einer Extruderdüse aus einem Piezocompound extrudiert, dann um ein Leerrohr gewickelt und  
30

nach Erreichen einer vorgegebenen Länge abgetrennt. In einem Thermoverfahren kann der Stapel dann gesintert werden, wobei auch das Leerrohr entfernt wird. Für viele Anwendungsfälle, beispielsweise die piezogetriebene Ausführung einer Kraftstoff-Direkteinspritzung ist ein Piezoaktor mit einer zentraler Bohrung vorgesehen, was durch diese vorgeschlagene Bauform automatisch gegeben ist.

Ein vorteilhafte Vorrichtung zur Anwendung des zuvor beschriebenen Verfahrens weist eine Extruderdüse zur Bildung der Stränge, drei Umlenkrollen zur Führung der Stränge, zwei Anpressrollen zur Aufbringung der Stränge auf den Stapel, mindestens zwei Druckrollen zur Aufbringung der Elektrodenpaste und ein Leerrohr zur Zentrierung des hohlzylindrischen Stapels auf.

Diese und weitere Merkmale von bevorzugten Weiterbildungen der Erfindung gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen bei der Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können, für die hier Schutz beansprucht wird.

#### Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines Mehrschicht-Piezoaktors wird anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Schematische Ansicht der Vorrichtung zur Herstellung eines Doppelhelix-Aufbaus der Piezolagen;

Figur 2 eine Draufsicht auf die Anordnung nach der Figur 1;

Figur 3 eine Detailansicht von Anpressrollen beim Aufwickeln der Stränge auf den Stapel und

5      Figur 4 eine Detailansicht des Aufdruckens der Elektrodenpaste zur Bildung der Innenelektroden auf den Strängen.

#### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

10      Eine Vorrichtung 1 nach Figur 1 enthält eine Extrudereinrichtung 2, mit der zwei parallele Stränge 3 und 4 eines speziellen Piezocompounds aus entsprechenden Düsen extrudiert werden. Beide Stränge 3 und 4 haben  
15      einen trapezförmigen Querschnitt, um die größere Verformung der Außenseite bei der Wicklung auszugleichen. Die Stränge 3 und 4 werden parallel über eine erste Umlenkrolle 5 und eine zweite Umlenkrolle 6 geführt. Eine dritte Umlenkrolle 7 führt einen der Stränge 4 derart  
20      umgelenkt in Gegenrichtung und um ca. 30° ausgelenkt zurück, dass die beiden Stränge 3 und 4 dann um ca. 150° versetzt auf die bereits fertigen Wicklungen des Stapels des Piezoaktors 8 gewickelt werden.

Aus Figur 2 ist die Vorrichtung 1 nach der Figur 1 noch einmal in einer Draufsicht zu entnehmen. Figur 3 zeigt  
25      die Bildung des Stapels des Piezoaktors 8 im Detail, wobei hier insbesondere jeweils eine Anpressrolle 9 für den Strang 3 und eine Anpressrolle 10 deutlich zu erkennen ist. Die Anpressrollen 9 und 10 drücken die Stränge 3 und 4 jeweils auf die untere Wicklung und  
30      sorgen so für eine gute Verbindung der Lagen des Stapels des Piezoaktors 8. Ein Leerrohr 11 aus Kunststoff,

das von oben zugeführt werden kann, sorgt hier für die gute Zentrierung des Stapels des Piezoaktors 8.

Figur 4 zeigt eine Möglichkeit der Aufbringung einer Elektrodenpaste 12 auf die Stränge 3 und 4. Die Auf-  
5 bringung erfolgt hier über Rollen 13 und 14 auf die eine Seite der Stränge 3 und 4 durch Aufrollen der Paste 12 während der Herstellung der Wicklung. Es entsteht somit während der Herstellung ein unendlich langer Grundkörper des Piezoaktors 8, der auf ein für den je-  
10 weiligen Anwendungsfall gefordertes Maß abgeschnitten werden kann. Durch eine thermische Behandlung des gewickelten Stapels des Piezoaktors 8 werden die Prozesshilfsmittel (Binder, etc.) aus dem Compound und der Elektrodenpaste entfernt und auch das Leerrohr 11 zer-  
15 setzt. Danach wird der Grundkörper des Piezoaktors 8 gesintert.

5

Patentansprüche

10

1) Verfahren zur Herstellung eines Piezoaktors (8) mit einem Mehrschichtaufbau von Lagen aus einer Piezofolie (3,4) und mit dazwischen angeordneten Innenelektroden, **dadurch gekennzeichnet**, dass

15

-die einzelnen Lagen aus zwei durchgehenden Strängen (3,4) der Piezofolie gebildet werden, wobei die beiden Stränge (3,4) unter Einschluss der dazwischenliegenden Innenelektrode in Form einer Doppelhelix zur Bildung eines hohlzylindrischen Stapels übereinander gewickelt werden.

20

2) Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,  
**dass**

25

-die beiden Stränge (3,5) derart über Umlenkrollen (5,6,7) geführt werden, dass die Auflagen der beiden Stränge (3,4) auf dem bereits gewickelten Stapel um einen vorgegebenen Winkelbetrag gegeneinander versetzt sind.

30



3) Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- der vorgegebenen Winkelbetrag ca.  $150^\circ$  beträgt.

5 4) Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

10 - die beiden Stränge (3,4) während der Führung über die Umlenkrollen (5,6) mittels mindestens einer weiteren Rolle (13,14) mit einer Elektrodenpaste (12) versehen werden.

5) Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

15 - die beiden Stränge (3,4) im Bereich der Auflage auf dem bereits gewickelten Stapel mit jeweils einer Anpressrolle (9,10) auf den Stapel gedrückt werden.

6) Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

20 - die Stränge (3,4) einen trapezförmigen Querschnitt aufweisen.

7) Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

25 - die beiden Stränge (3,4) jeweils mittels einer Extruderdüse (2) aus einem Piezocompound extrudiert werden, dann um ein Leerrohr (11) gewickelt und nach Erreichen einer vorgegebenen Länge abgetrennt werden und dass

- in einem Thermoverfahren der Stapel entbindet und das Leerrohr (11) durch Zersetzung oder ähnliche Verfahren entfernt wird.

5        8) Vorrichtung zur Anwendung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

10        - eine Extruderdüse (2) zur Bildung der Stränge (3,4), drei Umlenkrollen (5,6,7) zur Führung der Stränge (3,4), zwei Anpressrollen (9,10) zur Aufbringung der Stränge (3,4) auf den Stapel,

15        - mindestens eine Druckrolle (13,14) zur Aufbringung einer Elektrodenpaste (12) und ein Leerrohr (11) zur Zentrierung des hohlzylindrischen Stapels vorhanden ist.

5

### Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren zur Herstellung eines Piezoaktors  
(8) mit einem Mehrschichtaufbau von Lagen aus einer  
10 Piezofolie (3,4) und mit dazwischen angeordneten In-  
nenelektroden, vorgeschlagen, bei dem die einzelnen La-  
gen aus zwei durchgehenden Strängen (3,4) der Piezofo-  
lie gebildet werden, wobei die beiden Stränge (3,4) un-  
ter Einschluss der dazwischenliegenden Innenelektrode  
15 in Form einer Doppelhelix zur Bildung eines hohlzylin-  
drischen Stapels übereinander gewickelt werden. Die  
beiden Stränge (3,5) werden vorzugsweise derart über  
Umlenkrollen (5,6,7) geführt, dass die Auflagen der  
beiden Stränge (3,4) auf dem bereits gewickelten Stapel  
20 um einen vorgegebenen Winkelbetrag gegeneinander ver-  
setzt sind.

(Figur 1)

1/2

FIG. 1

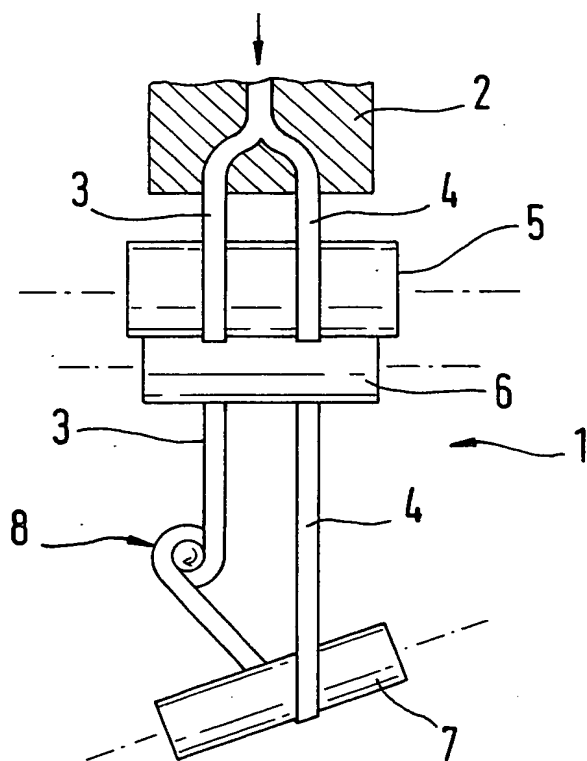
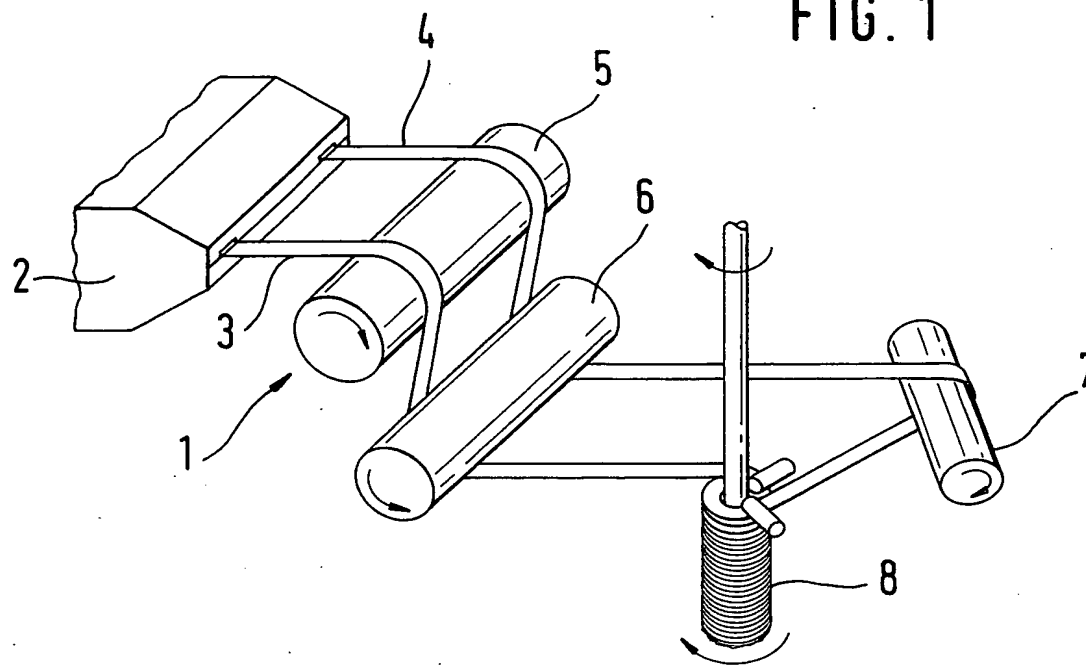


FIG. 2

2 / 2

FIG. 3

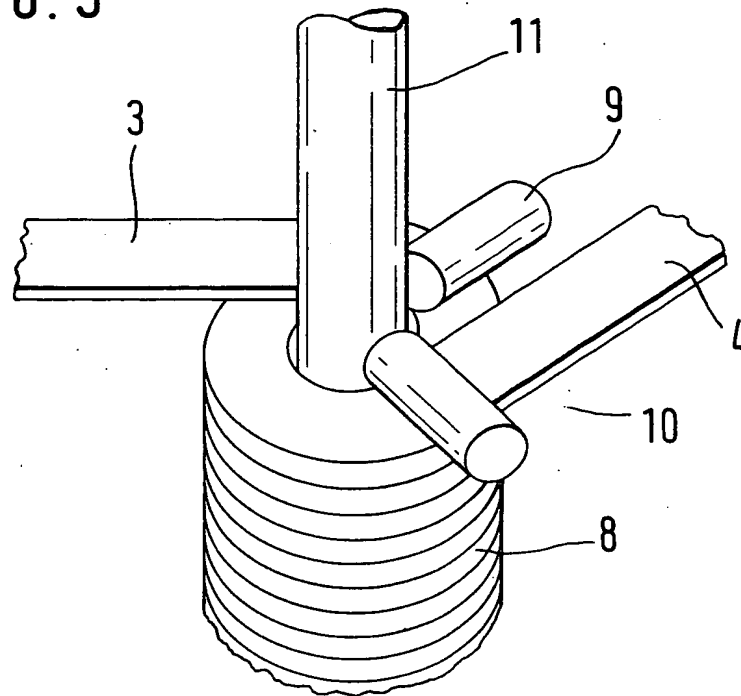
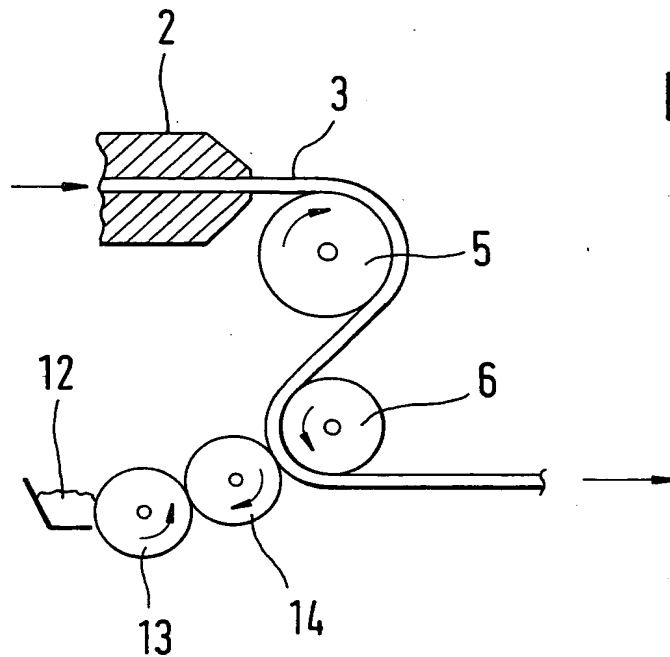


FIG. 4



**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

**PCT**

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>R. 36317 Hr/Sche</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/DE 00/ 02669</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>10/08/2000</b>	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) <b>13/08/1999</b>
Anmelder  <b>ROBERT BOSCH GMBH et al.</b>		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.



Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

**1. Grundlage des Berichts**

- a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.



Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

- b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das



in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.



zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.



bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.



bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.



Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.



Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ **Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen** (siehe Feld I).

3. ☐ **Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung** (siehe Feld II).

**4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung**



wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.



wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

**5. Hinsichtlich der Zusammenfassung**



wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.



wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1



wie vom Anmelder vorgeschlagen



keine der Abb.



weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.



weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

10/069,309

RECEIVED  
SEP 30 2002  
TECHNOLOGY CENTER 2800

Applicant's or agent's file reference R. 36317 Hr/Sche	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/DE00/02669	International filing date (day/month/year) 10 August 2000 (10.08.00)	Priority date (day/month/year) 13 August 1999 (13.08.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H01L 41/083		
Applicant ROBERT BOSCH GMBH		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 5 sheets, including this cover sheet.

☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of \_\_\_\_\_ sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☒ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 28 December 2000 (28.12.00)	Date of completion of this report 20 July 2001 (20.07.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE00/02669

## I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of (Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.):

- ☒ the international application as originally filed.
- ☐ the description. pages 1-6 . as originally filed.  
 pages \_\_\_\_\_ . filed with the demand.  
 pages \_\_\_\_\_ . filed with the letter of \_\_\_\_\_  
 pages \_\_\_\_\_ . filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the claims. Nos. 1-8 . as originally filed.  
 Nos. \_\_\_\_\_ . as amended under Article 19.  
 Nos. \_\_\_\_\_ . filed with the demand.  
 Nos. \_\_\_\_\_ . filed with the letter of \_\_\_\_\_  
 Nos. \_\_\_\_\_ . filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings. sheets/fig 1/2-2/2 . as originally filed.  
 sheets/fig \_\_\_\_\_ . filed with the demand.  
 sheets/fig \_\_\_\_\_ . filed with the letter of \_\_\_\_\_  
 sheets/fig \_\_\_\_\_ . filed with the letter of \_\_\_\_\_

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description. pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims. Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings. sheets/fig \_\_\_\_\_

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:



**V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement****1. Statement**

Novelty (N)	Claims	1 - 8	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1 - 8	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1 - 8	YES
	Claims		NO

**2. Citations and explanations**

1. None of the searched documents anticipates all the features of the current Claims 1 to 8. Therefore the subjects of these claims can be considered novel.

There are also no objections concerning industrial applicability.

2. Reference is made to the following documents:

D1: WO-A-99/13681 (IPR LTD; HOOLEY ANTHONY ET AL (GB)) 18 March 1999 (1999-03-18)

D2: PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Vol. 017, No. 466 (E-1421), 25 August 1993 (1993-08-25) & JP-A-05 110 156 (NEC CORP), 30 April 1993 (1993-04-30) Abstract & JP-A-05 110 156 (NEC CORP) 30 April 1993 (1993-04-30) Figures 2, 3

D3: PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Vol 017, No. 115 (E-1330) 10 March 1993 (1993-03-10) & JP-A-04 295 286 (FUJITSU LTD), 20 October 1992 (1992-10-20) Abstract & JP-A-04 295 286 (FUJITSU LTD) 20 October 1992 (1992-10-20) Figures 1-3

D4: PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Vol 017, No. 356 (E-1394) 6 July 1993 (1993-07-06) & JP-A-05 055 659 (ALPS ELECTRIC CO LTD),

5 March 1993 (1993-03-05) Abstract & JP-A-05 055  
659 (ALPS ELECTRIC CO LTD) 5 March 1993  
(1993-03-05) Figures 1-4.

3. The present application concerns a method of producing a piezo actuator having a multilayered structure, wherein the individual layers are wound ~~one above the other~~ in the form of a double helix to form a hollow cylindrical stack.

D1 (WO-A-99/13681) discloses a spiral or helical actuator. The windings thereof are formed from two interconnected material layers, at least one thereof consisting of piezoceramic material. Electrodes are mounted on the outer sides of these material layers. The individual windings are axially spaced apart in order to prevent short-circuiting between the electrodes. In contrast thereto, with the subject matter of the present application, the electrodes are each disposed between two layers of piezoceramic material, whereby the actuator windings can be wound one above the other, without gaps, in the form of a double helix, to form a hollow-cylindrical stack.

The other searched documents, D2 to D4, show actuators which are either not wound in the form of a double helix to form a hollow cylindrical stack or are produced only from segments, not from continuous strands.

4. Dependent Claims 2 to 8 refer back to independent Claim 1 and satisfy the appropriate requirements.

**INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT**

International application No.

PCT/DE 00/02669

**VII. Certain defects in the international application**

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

Contrary to the requirements of PCT Rule 5.1(a)(ii), the description did not cite D1 and it did not briefly outline the relevant prior art contained therein.

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

REC'D 24 JUL 2001

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

157



Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts R. 36317 Hr/Sche	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/02669	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 10/08/2000	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 13/08/1999
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H01L41/083		
Anmelder ROBERT BOSCH GMBH et al.		

- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
  - ☐ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☒ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  28/12/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  20.07.2001
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:   Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter  Korb, W  Tel. Nr. +49 89 2399 2284  

**I. Grundlage des Berichts**

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigefügt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):  
**Beschreibung, Seiten:**

1-6                      ursprüngliche Fassung

**Patentansprüche, Nr.:**

1-8                      ursprüngliche Fassung

**Zeichnungen, Blätter:**

1/2-2/2                  ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/02669

- ☐ Beschreibung,      Seiten:  
☐ Ansprüche,      Nr.:  
☐ Zeichnungen,      Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

## V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

### 1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1 - 8
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1 - 8
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1 - 8
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen  
siehe Beiblatt

## VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:  
siehe Beiblatt

**Zu Punkt V**

**Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

1. Keines der nachgewiesenen Dokumente nimmt alle Merkmale der geltenden Ansprüche 1 - 8 vorweg. Die Gegenstände dieser Ansprüche sind somit als neu anzusehen.

Auch hinsichtlich einer gewerblichen Anwendbarkeit bestehen keine Bedenken.

2. Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

- D1: WO 99 13681 A (IPR LTD; HOOLEY ANTHONY ET AL (GB)) 18. März 1999 (1999-03-18)
- D2: PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 466 (E-1421), 25. August 1993 (1993-08-25) & JP 05 110156 A (NEC CORP), 30. April 1993 (1993-04-30) -& JP 05 110156 A (NEC CORP) 30. April 1993 (1993-04-30)
- D3: PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 115 (E-1330), 10. März 1993 (1993-03-10) & JP 04 295286 A (FUJITSU LTD), 20. Oktober 1992 (1992-10-20) -& JP 04 295286 A (FUJITSU LTD) 20. Oktober 1992 (1992-10-20)
- D4: PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 356 (E-1394), 6. Juli 1993 (1993-07-06) & JP 05 055659 A (ALPS ELECTRIC CO LTD), 5. März 1993 (1993-03-05) -& JP 05 055659 A (ALPS ELECTRIC CO LTD) 5. März 1993 (1993-03-05)

3. Die vorliegende Anmeldung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Piezoaktors mit einem Mehrschichtaufbau bei dem die einzelnen Lagen in Form einer Doppelhelix zur Bildung eines hohlzylindrischen Stapels übereinander gewickelt werden.

In D1 (WO-A-99/13681) ist ein spiral- oder helixförmiger Aktor offenbart. Dessen Windungen sind aus zwei miteinander verbundenen Materiallagen gebildet, wobei wenigstens eine dieser Materiallagen aus piezokeramischem Material besteht. Auf

den Außenseiten dieser Materiallagen sind Elektroden angebracht. Die einzelnen Windungen sind axial beabstandet, um einen Kurzschluß zwischen den Elektroden zu vermeiden. Im Unterschied dazu sind beim Gegenstand der vorliegenden Anmeldung die Elektroden jeweils zwischen zwei Lagen aus piezokeramischem Material angeordnet, wodurch die Windungen des Aktors übereinander, im Sinne von spaltfrei, in Form einer Doppelhelix zu einem hohlzylindrischen Stapel wickelbar sind.

Die weiteren nachgewiesenen Dokumente D2 - D4 zeigen Aktoren, die entweder nicht in Form einer Doppelhelix zu einem hohlzylindrischen Stapel gewickelt sind oder nur aus Segmenten und nicht aus durchgehenden Strängen hergestellt werden.

4. Die abhängigen Ansprüche 2 - 8 sind auf den unabhängigen Anspruch 1 zurückbezogen und genügen den an solche Ansprüche zu stellenden Forderungen.

#### **Zu Punkt VII**

#### **Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung**

Im Widerspruch zu den Erfordernissen der Regel 5.1 a) ii) PCT werden in der Beschreibung weder der in dem Dokument D1 offenbarte einschlägige Stand der Technik noch dieses Dokument angegeben.



A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H01L41/083 H01L41/22

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RESEARCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A  A	<p>WO 99 13681 A (IPR LTD; HOOLEY ANTHONY ET AL (GB)) 18. März 1999 (1999-03-18)</p> <p>Seite 14, Absatz 7 -Seite 18, Absatz 3 Seite 29, Absatz 7 -Seite 30, Absatz 1; Abbildung 5</p> <p>--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 466 (E-1421), 25. August 1993 (1993-08-25) &amp; JP 05 110156 A (NEC CORP), 30. April 1993 (1993-04-30) Zusammenfassung -&amp; JP 05 110156 A (NEC CORP) 30. April 1993 (1993-04-30) Abbildungen 2,3</p> <p>--- -/--</p>	<p>1  4,7,8       1</p>



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. November 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

08/12/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Köpf, C

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 115 (E-1330), 10. März 1993 (1993-03-10) & JP 04 295286 A (FUJITSU LTD), 20. Oktober 1992 (1992-10-20) Zusammenfassung -& JP 04 295286 A (FUJITSU LTD) 20. Oktober 1992 (1992-10-20) Abbildungen 1-3 ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 356 (E-1394), 6. Juli 1993 (1993-07-06) & JP 05 055659 A (ALPS ELECTRIC CO LTD), 5. März 1993 (1993-03-05) Zusammenfassung -& JP 05 055659 A (ALPS ELECTRIC CO LTD) 5. März 1993 (1993-03-05) Abbildungen 1-4 -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/02669

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9913681      A	18-03-1999	AU      5998698 A	26-08-1998
		AU      8991898 A	29-03-1999
		CN      1246914 T	08-03-2000
		CN      1269912 T	11-10-2000
		EP      0960286 A	01-12-1999
		EP      1012891 A	28-06-2000
		WO      9835165 A	13-08-1998
		GB      2322232 A	19-08-1998
		GB      2329514 A	24-03-1999
-----			
JP 05110156      A	30-04-1993	NONE	
-----			
JP 04295286      A	20-10-1992	JP      2539106 B	02-10-1996
-----			
JP 05055659      A	05-03-1993	NONE	
-----			